فعالية التنبؤ باستخدام النماذج الإحصائية في اتخاذ القرارات

رابح بلعباس

rabah_belabbas@yahoo.fr

مقدمة

تعتبر القرارات الرشيدة الهدف الأسمى الذي تسعى السياسات الاقتصادية لتحقيقه سواء تعلق الأمر بالسياسات الكلية أم بالسياسات الجزئية, فعلى الصعيد الكلي تسعى الحكومات لتبني مختلف البرامج والإجراءات الاقتصادية التي من شانها أن تحقيق الأهداف الاقتصادية القومية المرجوة كتحقيق النمو الاقتصادي, خلق مناصب الشغل واستقرار الأسعار...الخ, أما على المستوى الجزئي فتعتمد ا الأهداف التي تحققها المنظمات خلال نشاطها الاقتصادي على مدى فعالية ونجاعة الجهاز الإداري المسئول على عملية التسيير واتخاذ القرارات سواء أكانت هذه المنظمات إنتاجية أم خدماتية.

ولا شك أن للتنبؤ دورا مهما وبارزا في عملية اتخاذ القرارات, ذلك أن التنبؤ الذي ما هو إلا رحلة سفر عبر الزمن إلى المستقبل أي رؤية مستقبلية لما ستكون عليه الظواهر والمتغيرات في المستقبل, بصيغة أخرى هو إسقاط للماضي على المستقبل من خلال الحاضر, للتنبؤات أهمية بالغة في التخطيط وصياغة القرارات الاقتصادية التي ترسم مسار المنظمات.

حديثنا هذا يقودنا إلى طرح التساؤلات التالية:

- كيف يمكن استخدام النماذج الإحصائية في حساب التنبؤات؟,
- ما هي أنجع طرق التنبؤ الإحصائي؟,
- وما مدى فعالية نماذج التنبؤ الإحصائي في اتخاذ القرارات؟.

1- مفاهيم وتعاريف:

تعريف1 السلسلة الزمنية:

متتابعة من القيم المشاهدة لظاهرة عشوائية مرتبة مع الزمن (أو مرتبة مع المكان)

الغرض من دراسة وتحليل المتسلسلات الزمنية هو:

1- فهم ونمذجة عشوائية الظاهرة المشاهدة.

2- التنبؤ عن القيم المستقبلية للظاهرة العشوائية.

3- التحكم بالظاهرة العشوائية إذا أمكن ذلك.

تعريف2: القيم $z_1, z_2, \ldots, z_{n-1}$ تسمى بالماضي أو تاريخ الظاهرة.

تعريف 3 : القيمة z_n تسمى الحاضر.

تعريف 4: أخطاء التطبيق تعطى بالعلاقة $e_t = z_t - \hat{z}_t, \quad t = 1, 2, \ldots, n$ حيث $\hat{z}_t$ هي القيم المطبقة (القيم التي نتحصل عليها من النموذج) وتسمي أيضا الرواسب.

تعريف 5: أخطاء التنبؤ تعطى بالعلاقة $e_n(a) = z_{n+a} - z_n(a), \quad a \geq 0$

تعريف 6: يقال أن السلسلة الزمنية المشاهدة $\{z_1, z_2, \ldots, z_{n-1}, z_n\}$ مستقرة Stationary إذا حققت الشروط التالية:

$$1) \quad E(z_t) = \text{constant} = \mu, \quad \forall t$$

$$2) \quad \operatorname{cov}(z_t, z_s) = \begin{cases} \text{constant} = \gamma_0, \forall t, \forall s, t = s \\ f(|s-t|), \forall t, \forall s, t \neq s \end{cases}$$

تعريف 7: متسلسلة الضجة البيضاء White Noise Series أو عملية الضجة البيضاء White Noise Process $\{a_t\}$ هي عبارة عن متتابعة من المشاهدات العشوائية غير المترابطة (واحيانا نفترض انها متتابعة من المتغيرات العشوائية التي تكون مستقلة ولها توزيعات متطابقة Independent, Identically Distributed (IID)) بمتوسط صفري وتباين ثابت σ^2 أي:

$$1)\quad E(a_t)=0,\forall t$$

$$2)\quad \operatorname{cov}(a_t,a_s)=\begin{cases}\sigma^2, & \forall t,\forall s, t=s\\ 0, & \forall t,\forall s, t\neq s\end{cases}$$

ويرمز لها بالرمز $a_t \to N(0,\delta^2)$

تعريف 8: دالة التغاير الذاتي Autocovariance Function وتعرف كالتالي:

$$\begin{aligned}\gamma_{t,s}&=\operatorname{cov}(Z_t,Z_s),\forall t,\forall s\\ &=E\left[(Z_t-\mu)(Z_s-\mu)\right],\forall t,\forall s\end{aligned}$$

وإذا عرفنا التخلف k علي انه الفترة الزمنية التي تفصل بين Z_t وبين Z_{t-k} أو Z_{t+k} فإن دالة التغاير الذاتي تعطى بالعلاقة:

$$\begin{aligned}\gamma_k&=\operatorname{cov}(Z_t,Z_{t-k}),\quad k=0,\pm1,\pm2,\ldots\\ &=E\left[(Z_t-\mu)(Z_{t-k}-\mu)\right],\quad k=0,\pm1,\pm2,\ldots\end{aligned}$$

تعريف 9: دالة الترابط الذاتي Autocorrelation Function (ACF) وتعرف كالتالي:

$$\rho_k=\frac{\gamma_k}{\gamma_0},\quad k=0,\pm1,\pm2,\ldots$$

تعريف 10: دالة الترابط الذاتي الجزئي Partial Autocorrelation Function (PACF)

وتعطي مقدار الترابط بين Z_t و Z_{t-k} بعد إزالت تأثير الترابط الناتج من المتغيرات $Z_{t-1},Z_{t-2},\ldots,Z_{t-k+1}$ الواقعة بينهما ويرمز لها عند التخلف k بالرمز ϕ_{kk} وأحد طرق حسابها تقوم علي حساب معامل الانحدار الجزئي ϕ_{kk} في التمثيل:

$$Z_t=\phi_{k1}Z_{t-1}+\phi_{k2}Z_{t-2}+\ldots+\phi_{kk}Z_{t-k}+a_t$$

الفرضيات التي يقوم عليها التنبؤ:

يقوم التنبؤ على مجموعة من الفروض ملخصها الآتي:

1- أن المستقبل لا يمكن التأكيد منة تماماً ويبقى عدم التأكد هذا قائماً بغض النظر عن الطريقة التي استخدمت فيه إلى أن يمر الزمن ويمكن حينذاك رؤية الواقع الحقيقي.

2- أن هناك نقاط غير واضحة في التنبؤ فنحن على سبيل المثال لا نستطيع التنبؤ بمستجدات التكنولوجيا التي لا تتوفر لدينا معلومات تشير أليها الآن.

3- أن التنبؤ يستخدم لوضع السياسات سواء كانت اجتماعية أو اقتصادية وأن هذه السياسات نفسها إذا ما نفذت ستؤثر على المستقبل وتجري علية تغيرات لم يتكلم عنها التنبؤ نفسه مما يحدث الافتراق بين ما جاء في التنبؤ وما سيتحقق على أرض الواقع.

2- **الخطوات المتخذة لبناء نموذج تنبؤ:**

إن إيجاد نموذج مناسب تنطبق علية متسلسلة زمنية مشاهدة يعتبر من المهام الصعبة والتي تحتاج الى الكثير من البحث والخبرة. سوف نستعرض بعض الخطوات العريضة لبناء نموذج رياضي للتنبؤ عن متسلسلة زمنية ما:

1- **تعيين النموذج أو تحديد النموذج:** وهذا يتم برسم المتسلسلة الزمنية فيما شكل بياني حيث يكون الإحداثي الأفقي هو الزمن والرأسي حجم الظاهرة المشاهدة ومن ثم اختيار نموذج رياضي معتمدين علي بعض المقاييس الإحصائية التي تميز نموذج عن آخر وعلى الخبرة المستمدة من الدراسات والأبحاث.

2- **تطبيق النموذج:** بعد ترشيح نموذج أو أكثر كنموذج مناسب لوصف المتسلسلة المشاهدة نقوم بتقدير معالم هذا النموذج من البيانات المشاهدة بإستخدام طرق التقدير الإحصائي الخاصة بالمتسلسلات الزمنية وهذا النموذج المرشح يؤخذ كنموذج اولي قابل للتعديل لاحقا.

3- **تشخيص وإختبار النموذج** : إجراء إختبارات تفحصية على أخطاء التطبيق Fitting Errors لمعرفة مدى تطابق المشاهدات مع القيم المحسوبة من النموذج المرشح ومدى صحة فرضيات النموذج. في حالة إجتياز النموذج المرشح لهذه الإختبارات نقوم بإعتمادة على انه النموذج النهائي ويستخدم لحساب تنبؤات للقيم المستقبلية وإلا نعود للخطوة الاولى لتعيين نموذج جديد.

4- **حساب التنبؤات:** يستخدم النموذج النهائي لتوليد تنبؤات عن القيم المستقبلية ومن ثم حساب أخطاء التنبؤ Forecast Errors كلما استجدت قيم جديدة مشاهدة من المتسلسلة الزمنية ومراقبة هذه الأخطاء فى ما يسمى بمخططات المراقبة والتي توضع للقبول بنسبة خطأ معين إذا تجاوزتة أخطاء التنبؤ يعاد النظر في النموذج وتعاد الدورة من جديد بتحديد نموذج مرشح آخر.

5- **إستخدام التنبؤات ووضع القرارات:** تقدم التنبؤات فى تقرير لصانعي القرار للنظر في إستخدامها بالشكل المناسب.

3- أساليب التنبؤ:

3-1- الأساليب النظامية في التنبؤ:

تعتمد على قاعدة صريحة بشأن جميع المتغيرات التفسيرية التي تفسر سلوك الظاهرة، واستنادا على النظرية الاقتصادية بتحديد جميع المتغيرات التي تدخل في تفسير الظاهرة على شكل نموذج رياضي قابل للتقدير، وتنقسم إلى مجموعتين: نماذج سببية و نماذج غير سببية.

أ- نماذج سببية:

يعتمد المتغير موضوع البحث على متغيرات تفسيرية تفسر سُلوكه، وبالاعتماد على نظرية معينة في تفسير الظاهرة موضوع البحث يتم صياغة العلاقة على شكل نموذج رياضي قابل لتقدير، مثال على ذلك تفسير استهلاك الأسر من سلعة معينة C ، بدخول تلك الأسر Y، وسعر السلعة P واستنادا لنظرية الطلب يتم صياغة النموذج $C=a+bY+cP$، ثم تقدير معلمات النموذج a,b,c باستخدام الوسائل الإحصائية المتوفرة (مثال :طريقة المربعات الصغرى). من أهم النماذج السببية:

1- نماذج الاقتصاد القياسي:

تعتمد هذه النماذج في قياس وتفسير العلاقة بين المتغيرات إستادا إلى النظرية الاقتصادية بشأن المتغيرات التي تدخل في تفسير سلوك المتغير التابع ، مثال : تفسير دالة الاستهلاك بواسطة الدخل المتاح مع ثبات العوامل الأخرى:

$C = a + bY+U$، حيث أن C الاستهلاك ، وY الدخل المتاح ،U عنصر عشوائي.

وتتطلب هذه النماذج:

- تحديد النظرية الاقتصادية الخاصة بموضوع البحث.
- صياغة النموذج رياضيا.
- جمع البيانات الخاصة بمتغيرات النموذج.
- تقدير النموذج.

- اختبار النموذج.

- استخدام النموذج في التنبؤ.

2- نماذج المدخلات – والمخرجات:

يتم تصوير العلاقة التبادلية بين مختلف القطاعات الاقتصادية خلال العملية الإنتاجية في جداول مدخلات ومخرجات في فترة زمنية معينة (سنة)، من خلال توضيح مدخلات كل قطاع من إحتياجاته من مستلزمات الإنتاج لكل القطاعات الأخرى، وتستخدم نماذج المدخلات والمخرجات في عملية التخطيط والتنبؤ.

3- نماذج الأمثلية والبرمجة الخطية:

تعتبر البرمجة الخطية من أهم نماذج الأمثلية، وتهتم بطريقة استخدام الموارد المتاحة في وصف العلاقة بين متغيرين أو أكثر من خلال تعظيم أو تصغير دالة الهدف والتي تحتوى على متغيرات هيكلية يتم تحديد مستوياتها بشكل يحقق أكبر (أصغر) قيمة لدالة الهدف.

4- نماذج المحاكاة:

لتفادي أية مشكلة قد تواجه الباحث عند إجراء التجارب على أي نظام حقيقي ، يستخدم لذلك نماذج المحاكاة وهي نماذج رياضية تمثل وتعكس جميع خصائص وسلوك النظام الحقيقي للتعرف على الآثار المحتملة لقرارات وسياسات إقتصادية معينة قد تأثر على المسار المستقبلي لبعض المتغيرات، وكما تستخدم في المفاضلة بين عدد من السياسات الاقتصادية التي تحقق الهدف المنشود.

5- نماذج ديناميكية غير خطية:

تم التركيز في السنوات الأخيرة على أنواع جديدة من النماذج الحتمية الغير خطية ، حيث أتضح أنها قادرة على توصيف سلوك عدد كبير من السلاسل الزمنية التي لا تقدر النماذج التقليدية على توصيفها. من بين هذه النماذج نماذج الفوضى ونماذج الكارثة وعدد من النماذج الأخرى. تستمد نظرية الفوضى والكارثة جذورها من الرياضيات والفيزياء. ولا تزال تطبيقاتها في الاقتصاد قليلة ومشتتة. من أهم إسهامات نظرية الفوضى أنها أوضحت بأن المسارات الزمنية معقدة غالبا ما ويمكن تمثيلها بنماذج ديناميكية حتمية مبسطة، بالإضافة لذلك فهناك نوع معين من السلوك يمكن الاعتقاد بأنه عشوائي وفوق قدرة النمذجة لكنه يمكن أن يمثل بنماذج الفوضى. كما انه يوجد نماذج غير خطية أخرى مثل:

- نماذج SETAR: يمثل هذا النظام في صيغة انحدار ذاتي AR يتحول بين نظامين حسب قيمة المتغير موضوع البحث.

- نماذج STAR:تشبه نماذج SETAR ماعدا صيغة التحريك حيث تأخذ الدالة اللوجيستيكية.

ب- النماذج الغير سببية:

تعتمد تلك النماذج على القيم التاريخية للمتغير المراد التكهن بقيمته المستقبلية ولا تحتاج إلى تحديد المتغيرات التي تفسر سلوكه. من أهم النماذج الغير سببية:

1- إسقاطات الاتجاه العام:

يعتبر إسقاطات الاتجاه العام من أكثر الطرق شيوعا في التنبؤات طويلة المدى للمتغيرات الاقتصادية ويعرف الاتجاه العام لسلسلة على انه النمط العام للتغير في قيم المتغير موضوع البحث مع تجاهل المتغيرات الأخرى سواء الموسمية، الدورية، أو العشوائية، كما أن تذبذبات السلسلة الزمنية ناتجة عن مكوناتها التالية:

- الاتجاه العام ، الحركة العامة على المدى البعيد.
- التقلبات الموسمية، تقلبات منتظمة تكرر نفسها حسب فترة زمنية.
- التقلبات الدورية، حسب الدورة الاقتصادية.
- التقلبات العشوائية، لأسباب عوامل الطبيعة وغيرها.

2- النماذج الإحصائية للسلاسل الزمنية:

تُركِز هذه النماذج على الجانب العشوائي في السلسلة الزمنية، وتنقسم إلى :

أ- نماذج الانحدار ذاتي AR: حيث تُكتب القيمة الجارية كدالة خطية في القيم السابقة لنفس المتغير.

ب- نماذج المتوسطات متحركة MA: حيث تُكتب القيمة للمتغير كدالة خطية في القيمة الجارية لعنصر الخطأ العشوائي وعدد من قيمه السابقة.

ت- نماذج بوكس جنكنز: يمكن التوفيق بين النموذجين AR، MA بنموذج ARMA، حيث تمر هذه الطريقة بعدة مراحل قبل إجراء أية تنبؤ :

- التمييز، تحديد درجة AR و MA.
- التقدير.
- اختبار سوء التوصيف، التأكد من دقة النماذج.
- التنبؤ.

ث- نماذج شعاع الانحدار الذاتي VAR:تُستخدم في النماذج الآنية التي يوجد فيها علاقات تبادلية بين المتغيرات.

2-3- الأساليب الغير نظامية

تعتمد على التقدير الذاتي، ولا تحتاج إلى قاعدة أو تحديد المتغيرات التي تفسر سلوك المتغير موضوع الاهتمام، إنما تعتمد على الخبرة والتقدير الشخصي. وتنقسم الى مجموعتين :

1- أساليب التناظر والمقارنة :

يتم التنبؤ بمسار متغير باستخدام المسار المحتمل لنفس المغيرات في حالات متشابه، مثالا التعرف على أثر تخفيض عملة على التضخم ، وذلك من خلال التعرف على أثر تخفيض العملة لقطر مشابه جدا لاقتصاد البلد.

2- الأساليب المعتمدة على أراء ذوى الشأن والخبرة:

وتنقسم تلك النماذج إلى:

أ- المسوحات والاستقصاء:

تهدف إلى التعرف على رأي ذوي الشأن والخبرة وتوقعاتهم في بعض الأنشطة الاقتصادية لغرض التنبؤ ببعض المؤشرات الاقتصادية، مثال : التنبؤات باتجاهات السوق ومعدلات التضخم. تتم من خلال استطلاع عينة من المعنيين بذلك باستخدام استبيان خصص لذلك يوزع ويجمع إما عن طريق المراسلة أو بتكليف فريق عمل يقوم بجمع المعلومات الخاصة بالاستطلاع.

ب- ندوة الخبراء:

تتمثل في إجراء حوار بين عدد من الخبراء والمفكرين لتبادل الأفكار في المواضيع الاقتصادية التي تُهم المجتمع بالدرجة الأولى وتقديم حلول لجميع المشكلات القائمة، وقد تؤدي هذه الطريقة إلى تصور محدد بشأن المستقبل .

ت. طريقة دلفي:

من الطرق الشائعة في الولايات المتحدة واليابان ، والأساس في تلك الطريقة هو الاعتماد على رأي عدد من الخبراء تم جمعهم بدقة والمزج والتنسيق بين آرائهم بشأن تنبؤاتهم للمواضيع البحث ثم التوصل لرأي واحد لجميع القضايا المطروحة.

ث. طريقة السيناريوهات:

السيناريو عبارة عن وصف أو سرد لمجموعة من الأحداث والتصرفات المحتمل وقوعها في المستقبل ووصف للقوى المؤدية إلى وقوعها، ويعد هذا الوصف بناء على ترتيب منطقي لتسلسل الأحداث، ومحاولة تحديد جميع الروابط القائمة بينها، باعتبار أن هذه الأحداث لا تقع منعزلة عن بعضها البعض، وأنها ترتبط من خلال عملية ديناميكية ، أي أن السيناريو يتكون من عنصرين : الأحداث والتصرفات.

4- أنواع التنبؤ الإحصائي:

تصنف نماذج التنبؤ الإحصائي وفق مدى (أفق) حساب التنبؤات إلى نوعين:

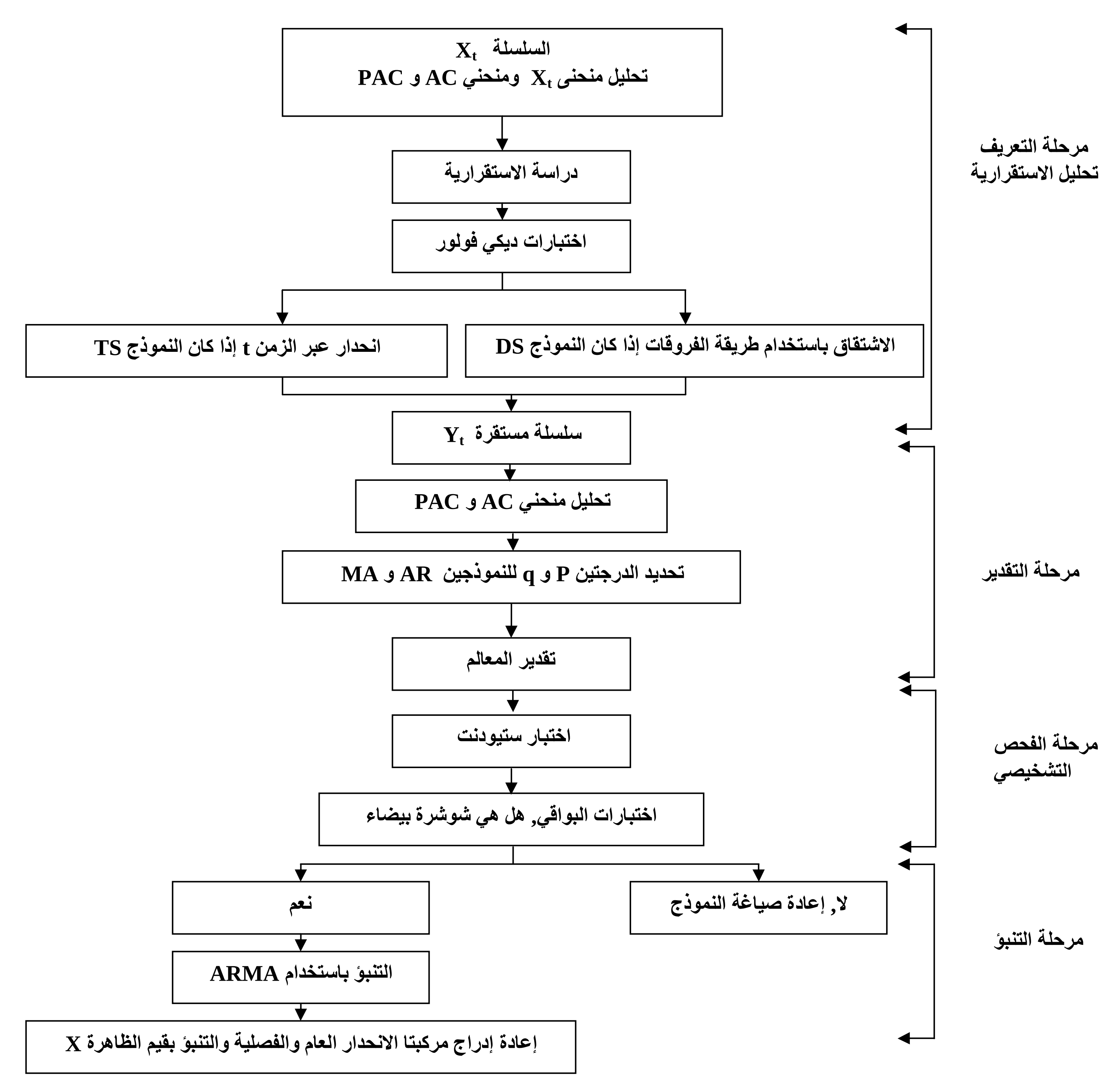
1- تنبؤ طويل المدى:

يتميز هذا النوع من التنبؤات بطول وبعد المدة الزمنية للتوقعات, أما الطرق الإحصائية التي تستجيب لهذا النوع من التنبؤات فهي نماذج الانحدار الخطي البسيط والمتعدد وكذلك يمكن استخدام معدلات النمو كطريقة لحساب التنبؤات البعيدة المدى خاصة في بعض الظواهر كحجم السكان, إلا العيب في التنبؤات البعيدة المدى هو أنها غير فعالة في حساب التوقعات أي أن تباين أخطاء التوقع فيها كبير(القيم التوقعية بعيدة عن القيم الحقيقة) وتنقص فعالية هذه النماذج كلما زادت مدة التوقعات, ومع ذلك للتنبؤات البعيدة المدى أهمية بالغة في وضع القرارات البعيدة المدى وتخطيط السياسات الإستراتيجية.

2- تنبؤ قصير المدى:

مدة ومجال التنبؤات القصيرة الأجل تكون قصيرة جدا, ولتطبيق الدراسات التنبؤية القصيرة الأجل نحتاج إلى استخدام تقنيات السلاسل الزمنية المتمثلة في نماذج الانحدار الذاتي AR والمتوسطات المتحركة MA, وعلى غرار التنبؤات البعيدة المدى تتميز طرق التنبؤ القصير المدى بالفعالية ولها أهمية كبيرة في اتخاذ القرارات الظرفية والسياسات الآنية المستخدمة في تسيير المؤسسات, ومن أشهر الطرق المستخدمة في حساب التنبؤات القصيرة الأجل طريقة بوكس جينكيتر, نماذج شعاع الانحدار الذاتي VAR, نماذج ARCH, ...الخ.

عرض طريقة بوكس جينكيتر:



مراحل منهجية بوكس جينكتر

source: régis bourbonnais, économétrie 6iem édition, p248

5- مرحل طريقة بوكس جينكتز:

تتلخص طريقة بوكس جينكتز في المراحل التالية

1. مرحلة التشخيص (تحليل الإستقرارية).
2. مرحلة التقدير.
3. مرحلة الفحص التشخيصي.
4. مرحلة التنبؤ.

1- مرحلة التشخيص (تحليل الاستقرارية) l'identification.

تعد مرحلة التشخيص المرحلة الأهم في تحليل السلاسل الزمنية. وتشمل دراسة استقرارية السلسلة و معرفة نوع النموذج وتحديد رتبة النموذج المحدد، وتتضمن مرحلة التشخيص الخطوات الآتية:

1- التحليل البياني:

نرسم بيانات السلسلة ويعد رسم البيانات الخطوة الأولى في تحليل أية سلسلة زمنية ومن خلال الرسم تكون لدينا فكرة جيدة عن استقرارية السلسلة من عدمها, أي احتواء السلسلة على موسمية أو اتجاه عام أو قيم شاذة و عدم الاستقرارية الذي يقود إلى التحويلات الممكنة على البيانات، لذلك فإن رسم السلسلة يبين حاجتها إلى التحويل المناسب لتستقر في متوسطها أو تبايناتها قبل أي تحليل.

2- تحليل دالة الارتباط الذاتي ACF ودالة الارتباط الذاتي الجزئية PACF:

نحسب ونفحصPACF,ACF, للعينة المسحوبة من السلسلة الأصلية لتحديد درجة الفروق (في حالة عدم الاستقرارية)، فإذا كانت ACF للعينة تنحدر ببطء شديد، IACF, PACF للعينة تقطع بعد الإزاحة الأولى (أو بالعكس) فإن هذا يستوجب أخذ الفرق الأول (1-B)yt. وللتخلص من عدم الاستقرارية نحتاج إلى أخذ أعلى رتبة من الفروق (1-B)dyt حيث d>0 (وغالباً ما تكون .(d=0,1,2

3- اختبارات ديكي فولور testes de dickey-fuller:

وتعتبر اختبارات ديكي فولور المعيار الأكثر صدقية في معرفة ما إذا كانت السلسلة مستقرة أم لا, فإذا كانت السلسة مستقرة أمكننا ذلك من تشخيص درجات التأخر والمرور إلى مرحلة التقدير أما إذا ثبت أن

السلسلة غير مستقلة (أي احتوائها على مركبة انحدار عام أو مركبة فصلية أو الاثنين معا) فينبغي معالجتها بواسطة الفرو قات حسب درجة التكامل من أجل تحويلها إلى سلسلة مستقرة ومن ثم تقديرها, وفي هذه الحالة تكون السلسلة الأصلية من الشكل ARIMA(p.d.q) نماذج الارتباط الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكاملة.

بعد دراسة استقرارية السلسلة وقبل المرور إلى مرحلة التقدير ينبغي تحديد درجات التأخر p لنموذج الارتباط الذاتي AR و q لنموذج المتوسطات المتحركة MA.

إن حساب وتمثيل دالتا الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية للسلسلة المستقرة مهم في مرحلة التشخيص وتحديد درجات التأخر, حيث أنه من خلال التمثيل البياني لهاتين الدالتين نستطيع تحديد درجات التأخر p و q لكل من AR و MA على التوالي كما يلي:

- بالنسبة لنماذج الارتباط الذاتي AR(p): دالة الارتباط الذاتي البسيطة (correlogram simple) تكون متناقصة اما دالة الارتباط الذاتي الجزئية (correlogram partial) فحدودها معدومة بعد الدرجةP.
- بالنسبة لنماذج المتوسطات المتحركة MA(q): ماعدا q حدا الأولى معرفة وغير معدومة في دالة الارتباط الذاتي البسيطة وتتميز بتناقص هندسي للتأخيرات في دالة الارتباط الذاتي الجزئية.
- أما نماذج ARMA(p.q) فهي عبارة عن مزيج بين نماذج الارتباط الذاتي AR(p) ونماذج المتوسطات المتحركة MA(q).

من المهم أن ننوه هنا إلى صعوبة تحديد درجات التأخر للنماذج ARMA ولكن قبل حساب وتمثيل دالتي الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية ينبغي أن تكون السلسلة مستقرة.

2- مرحلة التقدير l' estimation .

بعد تحديد درجات التأخر p و q للنماذج AR و MA على التوالي يمكننا تقدير معالم النموذج وذلك باستخدام طريقة المربعات الصغرىOLS, أو طريقة المربعات الصغرى المعممة GLS.

3- مرحلة الفحص التشخيصي la validation.

اختبار معنوية المعالم tests des paramètres:

بعد تقدير معالم (برامترات) النموذج ينبغي التأكد من أنها معالم معرفة ولا يمكنها أن تنعدم وذلك باستخدام اختبار ستيودنت:

$$\begin{cases} H_0 : \phi_p = 0 \\ H_1 : \phi_p \neq 0 \end{cases}$$

ϕ_p المعلمة المقدرة من أجل التأخر p, وتعطى إحصائية الاختبار كما يلي:

$$T_c = \frac{|\phi_p|}{\operatorname{var}(\phi_p)^{\frac{1}{2}}}$$

مع العلم أن ϕ_p مقدرة عند مستوى معنوية %5.

ونقبل الفرضية القائلة بأن النموذج ARMA(p-1.q) اذا كان $T_c < 1.96$.

ونقبل النموذج ARMA(p.q) في الحالة الأخرى ($T_c > 1.96$).

اختبارات البواقي tests des résidus:

الهدف من تطبيق هذه الاختبارات هو معرفة هل سلسلة البواقي ε_t عبارة عن شوشرة بيضاء أم لا, حيث:

$$\hat{\varepsilon}_t = \left[\left(\hat{\phi}(B)(1-B)^d \right) \Big/ \hat{\theta}(B) \right] . X_t$$

اختبار بوكس بيارس test de box-pierce:

هذا الاختبار يستخدم الإحصائية φ المعرفة كما يلي:

$$\varphi = n \sum_{k=1}^{h} \hat{\rho}_k^2$$

حيث h تمثل درجة التأخر ($h = \operatorname{Min}(N/2, 3\sqrt{n})$)

$\hat{\rho}_k$: معامل الارتباط الذاتي التجريبي ذو الدرجة K.

n: حجم العينة.

تتبع الإحصائية φ قانون الاحتمالات χ^2 ذو درجة الحرية (h-p-q).

ونرفض فرضية الشوشرة البيضاء للبواقي عند مستوى معنوية $\alpha = 5\%$ اذا كانت φ اكبر من χ^2_{h-p-q}.

اختبار طبيعية البواقي test de normalité des résidus:

يهدف هذا الاختبار إلى معرفة ما إذا كانت أخطاء النموذج تتبع قانون احتمال طبيعي أم لا, وهذا اختبار مهم لأنه الاختبار الحاسم لصلاحية طريقة بوكس جينكيتر في حساب التنبؤات أم أننا ستلجأ إلى استخدام طرق أخرى, فإذا كانت البواقي طبيعيا أمكننا ذلك من حساب التوقعات بواسطة طريقة بوكس جينكيتر أما في الحالة البديلة (البواقي غير طبيعية معناه وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء) فهذا يعني أننا سنعيد تشخيص النموذج من جديد وذلك باستخدام تقنيات ونماذج أخرى للسلاسل الزمنية أكثر تعقيدا, نذكر منها نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بوجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء ARCH و نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بوجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء المعممة GARCH, ونماذج أشعة الانحدار الذاتي VAR.

اختبار سكونس و كيرتوزي test de skewness et kurtosis:

ليكن :

$$U_k = \frac{1}{n}\sum\left(X_i - \bar{X}\right)^k$$

ويعرف معامل سكونس كما يلي: $B_1^{1/2} = U_3 / U_2^{3/2}$

أما معامل كيرتوزي: $B_2 = U_4 / U_2^2$

وما دامت n>30 فان:

$$B_1^{1/2} \rightarrow N(0;(6/n)^{1/2}) \qquad B_2 \rightarrow N(3;(24/n)^{1/2})$$

ونحسب الإحصائيتين التاليتين:

$$V_1 = \left|B_1^{1/2} - 0\right| / (6/n)^{1/2}$$

$$V_2 = \left|B_2 - 3\right| / (24/n)^{1/2}$$

ثم نقارنهما مع القيمة 1.96 عند مستوى من المعنوية 5%, فإذا كان: $V_1<1.96$ و $V_2<1.96$ فان فرضية طبيعية البواقي مؤكدة.

اختبار جارك و بيرة test de jarque-bera:

هذا الاختبار يلخص نتائج سكوينس وكيرتوزي, إذا كان $B_1^{1/2}$ و B_2 يتبعان قانون طبيعي فان الكمية Sحيث:

$$; S = \frac{nB_1^{1/2}}{6} + \frac{n(B_2 - 3)^2}{24} \rightarrow \chi_2^2$$

إذا كان $S \geq \chi_2^2(1-\alpha)$ فإننا نرفض الفرضية H_0 عند مستوى معنوية 5% أي أن الأخطاء غير طبيعية.

معايير الانتقاء Critères De Sélection:

معيار أكايك وشورتز critére de akaike et schwartz

تعطى الإحصائية التالية:

$$AIC(p,q) = Ln\hat{\delta}_{\varepsilon}^{2} + 2\left[\frac{p+q}{t}\right]$$ مع العلم أن: $$\hat{\delta}_{\varepsilon}^{2} = \left[\frac{RSS}{t}\right]^{2}$$

و $$SC(p,q) = Ln\hat{\delta}_{\varepsilon}^{2} + \frac{2(p+q)}{t}LnT$$

ونختار النموذج الأمثل الذي يعطي أقل قيمة لهذين المعيارين.

4- مرحلة التنبؤ la prevision:

المراحل السابقة سمحت لنا بتشخيص السلسلة الإحصائية للظاهرة المدروسة في شكل نموذج ARIMA(P,d,q) حيث يمثلها هذا النموذج أفضل تمثيل, لقد وصلنا إلى آخر مرحلة والتي تمثل الهدف الرئيسي من هذه الدراسة ألا وهي مرحلة حساب التنبؤات أي حساب القيم المستقبلية للظاهرة المدروسة ويتسنى لنا ذلك في مرحلتين:

1. حساب التنبؤات للسلسلة المستقرة من خلال النموذج ARMA.
2. حساب التنبؤات للظاهرة المدروسة أو السلسلة الأصلية (نماذج ARIMA), وذلك بعد إعادة إدراج مركبتا الفصلية والاتجاه العام.

تقييم الطريقة:

في سبيل اتخاذ قرارات رشيدة في تسيير المنظمات غالبا ما نضطر إلى القيام باتصالات عاجلة لنداء التقنية الإحصائية من أجل الإجابة على إشكالية إلى أين تتجه المنظمة وما هي أحوال الطقس التي تميز مستقبل المؤسسة, ويجيبنا علم الإحصاء بالعديد من الإجابات من خلال عدة طرق إحصائية متفاوتة من حيث الدقة والأهمية, مستخدمة بذلك النمذجة الإحصائية كأداة تسمح برؤية المستقبل من خلال دراسة الماضي من وجهة نظر الحاضر, ولعل من أهم وأنجع النماذج الإحصائية في حساب التنبؤات تقنيات ونماذج السلاسل الزمنية حيث تتميز التنبؤات التي تولدها طريقة بوكس جينكتر بدقة عالة في تشخيصها ووصفها لمستقبل الظواهر والمتغيرات الاقتصادية وذلك لصغر تباين أخطاء تنبؤاتها مما يعزز مكانتها وأهميتها في عملية اتخاذ القرار, إلا أن دقة وفعالية التنبؤات التي تولدها النماذج الإحصائية مرهون بصحة ونجاعة المعلومات الإحصائية التي تبنى على أساسها الدراسات التنبؤية, وعلى هذا الأساس ينبغي تطوير الأنظمة المعلوماتية للمنظمات بشكل خاص والاقتصاد بشكل عام وتشكيل قواعد بيانات تمتاز بالدقة والشمولية قبل التفكير في تطبيق دراسات تنبؤية تساعد على صياغة القرارات الرشيدة التي تسيير المنظمات والسياسات الاقتصادية التي تأطر الاقتصاديات.

خاتمة:

- التوصيات

توصي هذه الدراسة بما يلي:

1- التأكيد على أهمية التنبؤ في صياغة القرارات كأسلوب لبناء المستقبل فبدونه تصبح المنظمات كالساعي إلى هدف دون أن يعرف الطريق إليه.

2- فعالية النمذجة الإحصائية باستخدام تقنيات السلاسل الزمنية في حساب التوقعات.

3- تطوير قواعد البيانات والمعلومات الإحصائية لكي تخدم عملية التخطيط بشكل مرض حيث لا غنى للخطط عن الإحصاء فيه ليستطيع استكشاف الحاضر ورؤية ملامح المستقبل وبالرغم من أن الوسائل الوصفية تستخدم لهذا الغرض ولكنها تبقى هامشية والأولوية للمعلومات الإحصائية التي توفرها قاعدة بيانات متطورة.

4- تطوير أساليب وطرق التنبؤ لأنها الوسيلة التي يستعين بها المخطط في رسم صورة المستقبل وكلما ارتفعت كفاءة العمليات التنبؤية كلما كانت الصورة قريبة للواقع المنشود الذي تطلبه المنظمة.

5- العناية بأساليب جمع البيانات الإحصائية وتبويبها وتحليلها و التقلقل من أخطاء القياس لما لها من آثار سلبية على تحقيق المنظمة لأهدافها.

6- تطوير أساليب التدريب الإحصائية والتخطيطية ومنهجية إعداد الخطط وصياغة القرارات لكي تتواكب مع التطورات الحديثة في العلوم الإدارية والاقتصادية والاجتماعية.

المراجع:

§ *BOURBONNAIS REGIS : « Econométrie », 5eme éd, DUNOD, Paris, 2004.*

§ *BOURBONNAIS REGIS , MICHEL TERRAZA : « Analyse des séries temporelles en économie », 1ere édition, Presses universitaires de France, 1998.*

§ *GEORGE BRESSON - ALAIN PIROTTE : «Econométrie des séries temporelles », 1ere édition, Presses universitaires de France, 1995.*

§ *JEAN-LOINS BRILLET : « Modélisation économétrique », éd ECONOMICA, 1994.*

§ د/ صالح تومي: "مدخل لنظرية القياس الاقتصادي"، الجزء الثاني، *OPU*، الجزائر، 1999.

§ مولود حشمان: "نماذج و تقنيات التنبؤ القصير المدى"، *OPU*، الجزائر، 1998.